

Efecto de la Fertilización Nitrogenada y de la Materia Orgánica en el Cultivo de Lechuga cv. Dark Green Boston y las Propiedades del Suelo en Nievería – Lima

Daniel Alcides Mollinedo Flores

1. RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación se realizó con el propósito de evaluar el efecto de la materia orgánica proveniente de cuatro enmiendas orgánicas: estiércol de cuy, estiércol ovino, compost a base de estiércol de cuy compost a base de estiércol de ovino con una dosis de 40 TM.Ha⁻¹, con y sin aplicación de 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno en forma de urea. Se realizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 4 fuentes de materia orgánica por dos niveles de aplicación de nitrógeno más 2 tratamientos (testigo y fertilizado sin materia orgánica), con 4 repeticiones y se utilizó la prueba de comparaciones de Duncan, las variables analizadas fueron altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco y seco de la parte aérea, y los contenidos de nitrógeno y ceniza en la materia seca fueron evaluados en lechuga. La densidad aparente, capacidad de retención de humedad, pH, conductividad eléctrica y el contenido de materia orgánica fueron evaluados en el suelo. Los resultados obtenidos permiten concluir que las fuentes de materia orgánica ensayadas aplicadas podrían permitir alcanzar rendimientos + nitrógeno para el cultivo de lechuga sea mayor con nitrógeno fertilizante. Finalmente el trabajo está dividido en introducción, marco teórico, materiales y métodos, resultados, conclusiones y recomendaciones

2. INTRODUCCION

Durante las últimas décadas en el Perú, la agricultura ha experimentado un progreso significativo, en cuanto al aumento de los rendimientos unitarios y la calidad de las cosechas. Consecuentemente, la fertilización del suelo ha adquirido mayor importancia en la obtención de mayores rendimientos, mejor calidad de los productos cosechados y la aplicación práctica de los principios edafológicos en relación con su naturaleza y sus propiedades (Brady, 1990).

Todos los sectores productivos en nuestro país, se encuentran pasando por una fuerte crisis económica. La agricultura no es ajena a esta situación; los insumos empleados dentro de los procesos agrícolas tienen un costo muchas veces elevado. Es por esta razón que es conveniente la búsqueda de alternativas factibles utilizando recursos propios de la finca o del campo; como es el empleo de estiércoles adecuadamente aplicados, bien descompuestos y secos, o el uso en la preparación de abonos orgánicos como el compost, para mantener una agricultura sostenible y que integre a los componentes agrícola y pecuario.

Es esta necesidad de aportar con mayor información de fertilización orgánica orientada a aumentar los rendimientos de los cultivos específicamente en el caso de hortalizas de hoja, lo que motivó a la ejecución del presente trabajo experimental de campo el cual se instaló en una parcela agrícola ubicada en la ex parcelación Nievería, en el distrito de Lurigancho – Chosica, provincia de Lima, con la finalidad de evaluar el efecto de la materia orgánica y del nitrógeno fertilizante en el rendimiento de lechuga *Lactuca sativa* L. cv. Dark Green Boston. Cuatro enmiendas orgánicas: estiércol de cuy, estiércol de ovino, Compost preparado con estiércol de cuy y Compost preparado con estiércol de ovino, aplicadas a una dosis de 40 TM.Ha-1; con y sin la aplicación de 200 Kg.Ha-1 de nitrógeno en forma de urea, fueron comparadas. Un diseño estadístico en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 4 fuentes de materia orgánica por dos niveles de aplicación de nitrógeno más 2 tratamientos (testigo absoluto y fertilizado sin M.O.), con 4 repeticiones; y la prueba de comparaciones de medias de Duncan, fueron empleadas para el análisis de resultados. Las evaluaciones en el cultivo indicador incluyeron: altura de planta, diámetro de planta, peso fresco de la parte aérea, peso seco de la parte aérea, contenido de nitrógeno en la materia seca y contenido de ceniza en la materia seca. Las evaluaciones en el suelo incluyeron: densidad aparente, capacidad de retención de humedad, pH, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica.

No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros biométricos: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga, ni entre las fuentes de materia orgánica ensayadas, aplicadas a una dosis de 40 TM.Ha-1, ni para la aplicación de nitrógeno fertilizante. La aplicación de las materias orgánicas mostró diferencias estadísticas para las variables peso seco por planta y contenidos de nitrógeno total y ceniza total, siendo el estiércol de ovino, la fuente más destacada. La aplicación de nitrógeno fertilizante en forma de urea también incrementó significativamente el peso seco por planta y los contenidos de nitrógeno total y ceniza total de plantas de lechuga.

Ni las fuentes de materia orgánica, ni la aplicación de una dosis de 200 Kg.Ha-1 de nitrógeno fertilizante, modificaron significativamente las propiedades físicas y químicas: densidad aparente, retención de humedad, pH, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica, en el suelo del presente ensayo.

Los resultados obtenidos permiten concluir que las fuentes de materia orgánica ensayadas aplicadas a una dosis de 40 TM.Ha-1 podrían permitir alcanzar rendimientos comparables al de una alta dosis de fertilización química nitrogenada, aun cuando el abastecimiento de nitrógeno para el cultivo de lechuga sea mayor con nitrógeno fertilizante.

2.1. Base científica:

La fertilidad física, química y biológica del suelo puede ser conservada y restablecida mediante los abonos orgánicos y los minerales. Su empleo combinado incrementa la fertilidad del suelo; esto debido a que la mayor parte de los fertilizantes orgánicos carece de la riqueza suficiente para atender por sí sola las demandas nutricionales del cultivo; evitando que los fertilizantes químicos, si bien tienen alta concentración de nutrientes tienen un menor efecto físico en el suelo.

La información sobre cantidades adecuadas de materia orgánica para suelos del valle del Rímac en Lima es aún escasa, esto debido al costo que representan los análisis químicos, tanto del suelo como de

tejidos vegetales de los cultivos. Es esta necesidad de aportar con mayor información de fertilización orgánica orientada a aumentar los rendimientos de los cultivos específicamente en el caso de hortalizas de hoja, la que motiva a la ejecución del presente trabajo experimental, en el que se compara el uso de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin fertilización química nitrogenada, utilizando como planta indicadora a la *Lactuca sativa* L., con los siguientes objetivos:

- Determinar la importancia del uso de materias orgánicas como componente de la fertilización de *Lactuca sativa* L. en el valle del Rímac.
- Evaluar el efecto de aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica en un suelo aluvial del valle del Rímac respecto al rendimiento y parámetros biométricos del cultivo de *Lactuca sativa* L.
- Evaluar la eficiencia del uso del nitrógeno en el cultivo.
- Evaluar el efecto de la aplicación de la materia orgánica y del nitrógeno fertilizante en algunas propiedades físicas y químicas del suelo, luego del cultivo.

2.1.1. La materia orgánica del suelo

En la materia orgánica viva del suelo se encuentra compuesto por un variado grupo de organismos. Estos incluyen virus, bacterias, hongos y protozoos hasta artrópodos de tamaño pequeño y mediano, lombrices, etc. Por lo general, a medida que aumenta el tamaño de los organismos, disminuye la densidad de la población.

La fertilidad natural de todos los suelos depende, no sólo de sus minerales, sino también del humus: un complejo estabilizado de materia orgánica descompuesta, ambos, el humus y sus minerales son los responsables de la manutención y conservación de la fertilidad del suelo.

2.1.2. Las enmiendas orgánicas

La materia orgánica favorece la movilidad de algunos elementos hasta las raíces mas profundas; pudiendo formar complejos con algunos iones metálicos, lo cual permite mantener a estos bajo formas más asimilables (quelación), fenómeno que favorece sobre todo, la absorción de los nutrientes.

Las enmiendas orgánicas, son fuente de nutrientes para el desarrollo de las plantas y de los organismos que dan vida al suelo. El punto óptimo para su incorporación podría estar determinado por la acción microbiana de la misma, mientras menor sea la actividad microbiana, mayor será la cantidad que puede aplicarse al suelo.

2.1.2.1. Ventajas de las enmiendas orgánicas

Las enmiendas orgánicas entre las funciones que desempeña tenemos a las siguientes:

- Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura, porosidad y la densidad aparente.
- Formación de complejos orgánicos con los nutrientes, manteniendo a éstos en forma aprovechable, pues los va liberando lentamente para que los utilicen las plantas en desarrollo, especialmente en tiempo cálido.
- Reducción de la susceptibilidad a la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial.

- Elevación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación.
- Liberación de CO₂ que propicia la solubilización de nutrientes.
- Abastecimiento de carbono orgánico, como fuente de energía de la flora microbiana heterótrofo.
- Crea condiciones favorables para la germinación de las semillas.
- Mejora las condiciones para el desarrollo y crecimiento de la raíz.

La pérdida de materia orgánica se produce en las siguientes circunstancias:

- Por repetidas labores de labranza, que airean el terreno ya activan la mineralización de los compuestos orgánicos.
- Por la acción continúa de las lluvias que erosionan el suelo arrastrando el humus. Lo que resulta en suelos lateríticos, donde la sustancia húmica se encuentra en cantidades muy pequeñas.
- En climas de temperaturas estacionales, con medias diurnas mayores de 25°C, que son más favorables a la destrucción de materia orgánica que a su producción

2.1.3. *El estiércol*

El estiércol es todo residuo de la alimentación y digestión animal. La aplicación de estiércoles puede favorecer a la planta cuando ésta absorbe las sales minerales que resultan de su descomposición después de disolverse en la solución suelo. Entre los efectos positivos del estiércol se puede mencionar la liberación de CO₂, incremento de la actividad biológica, e incremento de la retención de humedad.

2.1.4. *El Compost*

El compost es un abono orgánico producto de la transformación aeróbica de los residuos vegetales de la chacra: malezas, raíces, tallos, estiércol, guano de corral, etc. La composición de sustancias nutritivas del compost depende de los materiales empleados. Aproximadamente tiene: 0.3% de N; 0.2% de P₂O₅ y 0.2% de K₂O.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo experimental de investigación se realizó en la parcela agrícola del Sr. Alejandro Gómez, ubicada en la ex parcelación Nievería, en el distrito de Lurigancho – Chosica, provincia de Lima.

La parcela corresponde al distrito de riego del Rímac. Su ubicación geográfica es 11° 59' 00.76" S, 76° 54' 59.37" O, y tiene una altitud promedio de 388 m.s.n.m.

La parcela agrícola presenta un suelo aluvial reciente, profundo, ubicado en la llanura aluvial del valle; la capa arable es franco arenoso; de reacción alcalina, no salino, moderadamente calcáreo y con elevada capacidad de retención de agua y nutrientes. La temperatura media durante el periodo experimental fluctuó entre los 22°C y 16°C; la humedad relativa media varia entre 78 y 87%.

Plantas de lechuga cv. Dark Green Boston fueron empleadas como cultivo indicador en el presente experimento. El distanciamiento de siembra fue de 0.65 m entre surcos y 0.2 m entre plantas, con dos hileras de plantas por surco. La densidad de siembra fue de 77,000 plantas/Ha. La siembra se realizó depositando de 5 a 15 semillas bajo tierra y por golpes.

3.1. Fuentes de materia orgánica a utilizar

Las siguientes fuentes de materia orgánica fueron empleadas para el presente experimento:

- **Estiércol de cuy**, proveniente de la granja comercial del señor Arturo Tengan, ubicada en Huachipa. La crianza de cuyes, a nivel comercial y familiar, es practicada y actualmente, muy promocionada en la zona donde se desarrolló el experimento así como en Huachipa.
- **Estiércol de ovino**, proveniente del programa de cuyes y ovinos en el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) a cargo del Ing. Lilia Chauca Francia.
- **Compost preparado con estiércol de cuy**, con insumos y apoyo de trabajadores de la granja comercial del señor Arturo Tengan. Este abono sin embargo, no ha sido ensayado por los agricultores de la zona.
- **Compost preparado con estiércol de ovino**, elaborado con el apoyo de la familia Gómez López, ubicada en Nievería. Cabe mencionar que el estiércol de ovino utilizado fue proporcionado por el Programa de Cuyes y Ovinos del INIEA, y se emplearon restos de la última cosecha de col y apio, producidos en el campo.

El análisis de la composición química de las materias orgánicas que se emplearon para el presente experimento se detalla en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1: Análisis químico de las fuentes de materia orgánica utilizadas en el experimento

Fuente de materia orgánica	pH	C.E. dS/m	M.O. %	Humedad %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Relación C/N
Estiércol de cuy	8.60	12.80	59.70	Seco	1.96	1.63	3.44	1.80	0.78	17.67
Estiércol de ovino	8.20	16.10	59.50	Seco	2.02	1.85	2.99	3.43	1.12	17.09
Compost de cuy	7.80	26.80	21.20	35.71	1.40	1.20	3.37	3.70	1.56	8.78
Compost de ovino	7.90	4.07	30.30	49.02	1.40	1.09	0.87	2.35	0.95	12.55

3.2. Fertilizantes sintéticos a utilizar

Para los tratamientos que requirieron fertilización nitrogenada, en el desarrollo de experimento se empleó urea (46% N).

3.3. Tratamientos a evaluar

En el presente experimento se evaluaron dos niveles de fertilización nitrogenada (0 y 200 Kg.Ha⁻¹) en forma de urea y cuatro fuentes de materia orgánica (estiércol de cuy, estiércol de ovino, compost elaborado con estiércol de cuy y compost elaborado con estiércol de ovino), los cuales fueron aplicados a una dosis de 40 TM.Ha⁻¹. Se compararon asimismo un tratamiento con aplicación de nitrógeno sin materia orgánica y un testigo absoluto. La descripción simbólica de los tratamientos se detalla en el cuadro N° 2.

Datos del Campo

Ancho de parcela : 0.65 x 3 = 1.95 m
Longitud de parcela : 4.0 m.

Área de parcela	:	$1.95 \times 4.0 = 7.8 \text{ m}^2$
Número de surcos por parcela	:	3
Número de parcelas por bloque	:	10
Área del bloque	:	$7.8 \times 10 = 78 \text{ m}^2$
Ancho de la calle	:	1 m
Número de calles	:	4
Número de bloques (repeticiones)	:	4
Área neta	:	$78 \times 4 = 312 \text{ m}^2$
Área calles	:	$78 \times 1 = 78 \text{ m}^2$
Área total	:	390 m^2

Cuadro N° 2: Descripción simbólica de los tratamientos aplicados en el experimento

Tratamiento	Código	Definición
T1	T0 N0	Testigo, sin fertilización
T2	T1 N0	40 TM.Ha ⁻¹ estiércol cuy
T3	T2 N0	40 TM.Ha ⁻¹ estiércol ovino
T4	T3 N0	40 TM.Ha ⁻¹ compost cuy
T5	T4 N0	40 TM.Ha ⁻¹ compost ovino
T6	T0 N1	Testigo, más 200 Kg de urea
T7	T1 N1	40 TM.Ha ⁻¹ estiércol cuy + 200 Kg urea
T8	T2 N1	40 TM.Ha ⁻¹ estiércol ovino + 200 Kg urea
T9	T3 N1	40 TM.Ha ⁻¹ compost cuy + 200 Kg urea
T10	T4 N1	40 TM.Ha ⁻¹ compost ovino + 200 Kg urea

Fuente: Elaboración propia.

El experimento se condujo con un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial, de 8 tratamientos más 2 testigos (absoluto y fertilizado) y 4 repeticiones.

3.4. Preparación del suelo

La preparación del suelo comenzó después de la cosecha del cultivo anterior el cual fue apio, empezando con la limpieza del campo luego se dejó un período de descanso, posteriormente se realizó el trazado del surco (surcadora) el cual se realizó para alcanzar un mejor ordenamiento espacial de las plantas, a la vez que regular el caudal de agua del riego y para facilitar las operaciones agronómicas posteriores.

La dirección de los surcos estuvo realizado con una ligera pendiente para permitir el avance “hacia abajo” del agua de riego.

3.5. Siembra

3.5.1. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica (estiércol y compost) para el desarrollo del trabajo experimental se realizó antes de la siembra siendo la inclusión de la materia orgánica a línea corrida en ambos lados del surco, un aspecto importante dentro del experimento es esta dosis de aplicación la cual se encuentra detallada en el anexo N° 1.

3.5.2. Fertilización química

La fertilización química en el desarrollo experimental se planteó como una forma de comparar con el trabajo tradicional de los agricultores y por esta razón se planificó que fueran dos los momentos de aplicación de la urea (46% N). El primer aporte de urea se realizó a los 47 días después de la siembra y la última aplicación se realizó 15 días después de la primera; ésta se desarrolló a línea corrida en ambos lados del surco, en aquellas parcelas que le correspondió. La dosis de aplicación se encuentra detallada en el anexo N° 2.

3.6. Parámetros en evaluación

3.6.1. En el cultivo de lechuga

3.6.1.1. Altura de planta

Al alcanzar su madurez de cosecha, las plantas de lechuga (cabeza) fueron medidas con una escuadra métrica de 60° por 30 centímetros desde la base de una superficie plana hasta el ápice de la planta, tomando diez plantas representativas por cada parcela.

3.6.1.2. Diámetro de cabeza

Al alcanzar su madurez de cosecha, las plantas de lechuga (cabeza) fueron medidas con vernier en la parte más ancha de la planta cosechada; tomando diez cortes de lechuga como representativas por cada parcela, luego se procedió a la obtención de su altura.

3.6.1.3. Peso fresco de la parte aérea

Las plantas de lechuga fueron cortadas al nivel del suelo, e inmediatamente fueron pesadas en una balanza de precisión para obtener la materia fresca o biomasa por planta (Moreno, s/f). Para ello se tomaron diez plantas comerciales por parcela, luego se procedió a escoger una de ellas y se llevó inmediatamente al laboratorio para las posteriores evaluaciones.

3.6.1.4. Peso seco de la parte aérea

Una vez que las plantas escogidas de cada parcela llegaron al laboratorio rápidamente se procedió a tomar de cada una de ellas, una porción de cien gramos de su materia fresca posteriormente se depositaron en bolsas de papel y fueron secadas a estufa con una temperatura de 70°C, hasta alcanzar peso constante.

Luego que se extrajo de la estufa, se volvió a pesar obteniéndose el peso seco por planta y el porcentaje de materia seca de la lechuga (Moreno, s/f).

3.6.1.5. Contenido de nitrógeno en la materia seca

La materia seca de lechuga fue homogenizada mediante una molienda; posteriormente se llevó al laboratorio donde se realizaron tres pasos para calcular el porcentaje de nitrógeno, el cual fue analizado mediante el método de micro Kjeldahl.

Luego de que se obtuvo el porcentaje de nitrógeno a través del método de micro Kjeldahl se multiplicó este valor por el peso de la materia seca (obtenido anteriormente), así obtuvimos el contenido de nitrógeno en la materia seca.

3.6.1.6. Contenido de ceniza en la materia seca

La forma como se obtuvo el contenido de ceniza es mediante el método de calcinación. Procediendo a calcular el porcentaje de ceniza mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Luego de que se obtuvo el porcentaje de ceniza se multiplicó este valor por el peso de la materia seca (obtenido anteriormente), así obtuvimos el contenido de ceniza en la materia seca.

3.6.2. *En el suelo*

3.6.2.1. Densidad aparente

La determinación de la densidad aparente fue realizada mediante el método del cilindro, esto quiere decir que se tomaron muestras de suelo húmedo a capacidad de campo y fueron tomadas de cada parcela con un cilindro metálico de 98.2 cm³ de volumen luego de la cosecha de lechuga. El suelo extraído con el cilindro fue pesado en húmedo, secado a estufa a 105°C por 48 horas hasta alcanzar peso constante. La muestra fue pesada nuevamente obteniéndose el peso seco del suelo. La densidad aparente (g.cm⁻³) fue determinada dividiendo la masa del suelo seco a estufa sobre el volumen del cilindro.

3.6.2.2. Capacidad de retención de humedad

El contenido de humedad de cada muestra de suelo obtenida del procedimiento anterior fue determinado por la diferencia de pesos húmedo y seco del suelo, y expresado en porcentaje para determinar la capacidad de retención de humedad.

3.6.2.3. pH del suelo

Muestras de suelo obtenidas de cada parcela, fueron secadas al aire por 48 horas, molidas y tamizadas en una malla de 2 mm de diámetro para obtener la TFSA. El pH del suelo fue determinado pesando 20 gramos de cada muestra del suelo y luego diluidas en 20 ml de agua destilada siendo agitada por un período de 10 minutos (en proporción 1:1), y medido en un potenciómetro digital marca ORION.

3.6.2.4. Conductividad eléctrica del suelo

Las suspensiones de suelo anteriores fueron filtradas y la conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) de los extractos obtenidos fue medida en un conductímetro o salómetro digital marca YSI (Yellow Springs Instrument) con aproximación al centésimo.

Un factor de conversión, obtenido dividiendo 100 cm³ entre el volumen exacto de agua destilada necesario para preparar una pasta saturada con una muestra de 100 g de suelo, fue multiplicado por las lecturas de conductividad eléctrica en el extracto 1:1 anterior, para obtener la conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo.

3.6.2.5. Contenido de materia orgánica del suelo

Muestras separadas de TFSA, fueron llevadas al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes del Departamento de Suelos UNALM y analizadas en su contenido de materia orgánica por el método de digestión húmeda (Walkey y Black). Los extractos obtenidos de la digestión fueron posteriormente analizados por fotometría.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. *Parámetros Biométricos*

Los resultados obtenidos para los parámetros biométricos evaluados en el cultivo de lechuga fueron los siguientes:

4.1.1. Altura de planta

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados (con $\alpha = 0.05$) para la altura de planta en el cultivo de lechuga. La tabla de promedios de los tratamientos indicó, que los tratamientos con mayor altura de planta fueron, el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (21.6 y 21.3, cm respectivamente). Estos tratamientos solo superaron al compost de cuy con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno y al testigo absoluto (16.8 y 16.2 cm, respectivamente). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al del estiércol y compost de ovino con urea.

4.1.2. Diámetro de cabeza

La prueba de ANVA ($\alpha = 0.05$) no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el diámetro de cabeza en plantas de lechuga. La tabla de promedios de los tratamientos indicó asimismo que los tratamientos con mayor diámetro de cabeza en las plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos a una dosis de 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (26.5 y 26.0cm, respectivamente). Estos tratamientos solo fueron superiores al compost de cuy con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno y al testigo absoluto (20.5 y 19.8cm, respectivamente). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al del estiércol y compost de ovino con urea.

4.1.3. Peso fresco de la parte aérea

Los tratamientos aplicados no mostraron diferencias estadísticas significativas (con $\alpha = 0.05$) para el peso fresco de plantas de lechuga. La tabla de promedios de los tratamientos indicó que los tratamientos con mayor peso fresco por planta fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (570.43 y 562.05, g respectivamente). Estos tratamientos solo superaron al compost de cuy con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (443.30g) y al testigo absoluto (427.13g).

4.1.4. Peso seco de la parte aérea

El análisis de variancia arrojó diferencias estadísticas altamente significativas (con $\alpha = 0.01$) entre los tratamientos para el peso seco en plantas de lechuga. Estas diferencias fueron asimismo altamente significativas para las fuentes de materia orgánica, y significativas (con $\alpha = 0.05$) para la aplicación de nitrógeno fertilizante. La tabla de promedios de los tratamientos indicó que los tratamientos con mayor peso seco en la parte aérea por planta fueron el estiércol de cuy y estiércol de ovino ambos con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (39.53 y 35.27, g respectivamente). Estos tratamientos superaron al compost de cuy con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (19.05g) y al testigo absoluto (20.51g).

4.1.5. Rendimiento total

Al igual que para el caso del peso fresco por planta, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (con $\alpha = 0.05$) en la prueba de ANVA para el rendimiento total en el cultivo de lechuga (cuadro N° 3, anexo N° 3). La tabla de promedios de los tratamientos (anexo N° 4) indicó que los tratamientos con mayor rendimiento fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno

(57043 y 56205, Kg respectivamente). Estos tratamientos solo superaron al compost de cuy con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (44330 Kg) y al testigo absoluto (42713 Kg). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al del estiércol y compost de ovino con urea.

Los rendimientos totales obtenidos en *Lactuca sativa* L. (TM.Ha⁻¹) son teóricos debido a que el procedimiento empleado para la cosecha no fue mediante un muestreo completo ni al azar, sino tomando plantas de lechuga comerciales para obtener su peso (debiendo haberse cosechado toda la parcela para su pesado) y tomando la cabeza de lechuga más sobresaliente para las distintas evaluaciones que se realizaron en laboratorio.

Cuadro N° 3: Resultados de parámetros biométricos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante.

Dosis de nitrógeno (Kg.Ha ⁻¹)	Fuentes de materia orgánica	Altura de planta (cm)	Diámetro de planta (cm)	Peso fresco (g.planta ⁻¹)	Peso seco (g.planta ⁻¹)	Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Nitrógeno en la materia seca (mg.planta ⁻¹)	Ceniza en la materia seca (mg.planta ⁻¹)
0	Testigo	16.2 c	19.8 c	427.13 c	20.51 de	42713 c	61.15 de	449.37 de
0	Estiércol cuy	18.2 abc	22.2 abc	479.70 abc	26.05 bcde	47970 abc	94.84 bcde	540.02 bcde
0	Estiércol ovino	20.5 abc	25.0 abc	539.90 abc	33.42 abc	53990 abc	140.76 abc	773.16 abc
0	Compost cuy	18.7 abc	22.8 abc	492.95 abc	23.09 de	49295 abc	68.93 de	469.96 de
0	Compost ovino	18.4 abc	22.5 abc	486.43 abc	22.75 de	48643 abc	72.50 de	503.03 de
200	Testigo	18.3 abc	22.3 abc	482.03 abc	23.94 cde	48203 abc	85.64 cde	513.62 cde
200	Estiércol cuy	20.6 abc	25.2 abc	543.58 abc	39.53 a	54358 abc	156.8 a	934.53 a
200	Estiércol ovino	21.3 ab	26.0 ab	562.05 ab	35.27 ab	56205 ab	130.3 ab	727.25 ab
200	Compost cuy	16.8 bc	20.5 bc	443.30 bc	19.05 e	44330 bc	59.41 e	374.75 e
200	Compost ovino	21.6 a	26.5 a	570.43 a	30.31 abcd	57043 a	113.14 abcd	727.09 abcd
REP.		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
N		NS	NS	NS	*	NS	**	**
Tr		NS	NS	NS	**	NS	**	**
N*Tr		NS	NS	NS	NS	NS	**	**

NS: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

4.1.6. Contenido de nitrógeno en la materia seca

Los tratamientos aplicados mostraron diferencias estadísticas altamente significativas en el análisis de variancia (con $\alpha = 0.01$), para el contenido de nitrógeno en la materia seca de plantas de lechuga. Estas diferencias altamente significativas fueron observadas para las fuentes materia orgánica, para los niveles de aplicación de nitrógeno, así como para la interacción entre ambos factores.

La tabla de promedios de los tratamientos indico que los tratamientos con mayor contenido de nitrógeno fueron el estiércol de cuy (157 mg.planta⁻¹) con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno fertilizante y compost de cuy (141 mg.planta⁻¹) sin aplicación de nitrógeno. Estos tratamientos superaron ampliamente al compost de ovino (69 mg.planta⁻¹) sin aplicación de nitrógeno fertilizante y al menor de todos que fue el compost de cuy (59 mg.planta⁻¹) con 200 Kg.Ha⁻¹ de fertilización nitrogenada.

4.1.7. Contenido de ceniza en la materia seca

Al igual que para el caso del contenido de nitrógeno en la materia seca, la prueba de ANVA ($\alpha = 0.01$) arrojó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos para el contenido de ceniza en la materia seca en plantas de lechuga. La prueba de comparaciones de Duncan indicó que los tratamientos que recibieron nitrógeno fertilizante, presentaron un mayor contenido de ceniza total en la materia seca que aquellos que no recibieron fertilización nitrogenada.

Examinando los promedios de los tratamientos (anexo N° 4) el tratamiento con menor contenido de ceniza en la materia seca fue el compost de cuy a una dosis de 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (374.75 mg.planta⁻¹). Este tratamiento fue superado por el estiércol de ovino sin aplicación de fertilizante nitrogenado y por el estiércol y compost de ovino con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno fertilizante (773.16; 727.25 y 725.09 mg.planta⁻¹ respectivamente).

4.2. Parámetros físico – químicos

Los resultados de los parámetros físico - químicos del suelo evaluados cuatro meses después de la aplicación de materias orgánicas con y sin fertilización nitrogenada en el cultivo de lechuga se resumen en el cuadro N° 4.

Cuadro N° 4: Resultados de propiedades físico – químicas del suelo bajo cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante

Dosis de nitrógeno (Kg.Ha ⁻¹)	Fuentes de materia orgánica	Densidad aparente (g.cm ⁻³)	Retención de humedad (m ³ .m ⁻³ suelo)	pH	Conductividad eléctrica (dS.m ⁻¹)	Contenido de materia orgánica (g.Kg ⁻¹)
0	Testigo	1.53 a	0.33 a	6.6 a	1.9 a	15.3 b
0	Estiércol cuy	1.52 a	0.30 a	6.7 a	2.2 a	20.0 ab
0	Estiércol ovino	1.48 a	0.34 a	6.7 a	1.8 a	16.3 b
0	Compost cuy	1.49 a	0.32 a	6.6 a	1.8 a	18.3 ab
0	Compost ovino	1.47 a	0.36 a	6.8 a	2.6 a	23.0 a
200	Testigo	1.56 a	0.34 a	6.7 a	1.4 a	19.0 ab
200	Estiércol cuy	1.52 a	0.31 a	6.8 a	1.3 a	18.3 ab
200	Estiércol ovino	1.49 a	0.34 a	6.7 a	2.4 a	19.3 ab
200	Compost cuy	1.57 a	0.33 a	6.7 a	2.1 a	19.7 ab
200	Compost ovino	1.51 a	0.35 a	6.7 a	1.8 a	19.0 ab

REP.	NS	NS	**	NS	NS
N	NS	NS	NS	NS	NS
Tr	NS	NS	NS	NS	NS
N*Tr	NS	NS	NS	NS	NS

NS: No significativo

*: Significativo

**:: Altamente significativo

4.2.1. Densidad aparente del suelo

No se encontraron diferencias significativas en la prueba de ANVA, entre los tratamientos aplicados con $\alpha = 0.05$ para la densidad aparente del suelo. La tabla de promedios de los tratamientos indicó que las fuentes de materia orgánica no afectaron a la densidad aparente del suelo. Todos los tratamientos mantuvieron valores comprendidos entre 1.57 g.cm^{-3} para el compost de cuy con 200 Kg.Ha^{-1} de nitrógeno (como dato mayor) y 1.47 g.cm^{-3} para el compost de ovino sin nitrógeno (como dato menor).

4.2.2. Retención de humedad

Los tratamientos aplicados no mostraron diferencias estadísticas significativas (con $\alpha = 0.05$) para la cantidad de humedad retenida en el suelo. La tabla de promedios de los tratamientos indicó que el tratamiento con mayor contenido capacidad de retención de humedad en el suelo fue el compost de ovino sin aplicación de nitrógeno fertilizante ($0.36 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$ suelo). Este tratamiento fue superior levemente al estiércol de cuy ($0.30 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$ suelo) sin aplicación de fertilización nitrogenada.

4.2.3. pH del suelo

Las fuentes de materia orgánicas empleadas no modificaron significativamente el pH del suelo (con $\alpha = 0.05$) cuatro meses después de la aplicación. La tabla de promedios de los tratamientos indicó que todos los tratamientos mantuvieron valores comprendidos entre 6.7 para el compost de ovino sin nitrógeno (como dato mayor) y 6.6 para el testigo absoluto (como dato menor). Esta ligera diferencia puede deberse al incremento de la acidez residual generada por la nitrificación del nitrógeno de la urea.

4.2.4. Conductividad eléctrica del suelo

La prueba de ANVA (con $\alpha = 0.05$) no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos para la conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo. La tabla de promedios de los tratamientos indicó también que todos los tratamientos mantuvieron valores comprendidos entre 2.6 dS.m^{-1} para el compost de ovino sin nitrógeno (como dato mayor) y 1.2 dS.m^{-1} para el estiércol de cuy con 200 Kg.Ha^{-1} de nitrógeno (como dato menor). Estas variaciones pueden deberse al incremento de iones de nitrato y aumento acelerado de la descomposición de las materias orgánicas y de la fertilización nitrogenada.

4.2.5. Contenido de materia orgánica en el suelo

No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos (con $\alpha = 0.05$) para el contenido de materia orgánica en el suelo cuatro meses después de la aplicación de fuentes orgánicas. La tabla de promedios de los tratamientos indicó que el tratamiento compost de ovino sin nitrógeno aumentó el mayor contenido de materia orgánica en el suelo (23.00 mg.Kg^{-1}). Este tratamiento superó al estiércol de ovino sin nitrógeno y al testigo absoluto.

Aunque el contenido final de materia orgánica en el suelo no fue afectado estadísticamente por las fuentes aplicadas, si se apreció un contenido final ligeramente superior en el caso del compost de ovino. Esto puede relacionarse a los menores contenidos de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio de la fuente, los cuales originarían una menor velocidad de descomposición de la materia orgánica, permitiendo su acumulación en el suelo. Lo contrario puede apreciarse para el caso del estiércol de ovino, el cual, debido a su mayor riqueza en nutrientes esenciales (la cual originó el mayor peso fresco y seco en plantas de lechuga), se descompone a mayor velocidad, por lo que el contenido orgánico en el suelo no se incrementa con la aplicación de esta fuente.

5. CONCLUSIONES

- Las fuentes de materia orgánica ensayadas, aplicadas a una dosis de 40 TM.Ha-1, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros biométricos: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga.
- Para las variables peso seco por planta y contenidos de nitrógeno total y ceniza total, si se apreciaron diferencias estadísticas entre fuentes de materia orgánica, siendo el estiércol de ovino aplicado a una dosis de 40 TM.Ha-1, la fuente más destacada.
- La aplicación de nitrógeno fertilizante a una dosis de 200 Kg.Ha-1 tuvo un comportamiento semejante al de las fuentes de materia orgánica, no mostrando diferencias estadísticamente significativas para la altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga.
- La fertilización química nitrogenada en el presente experimento incrementó significativamente el peso seco por planta y los contenidos de nitrógeno total y ceniza total de plantas de lechuga.
- Ni las fuentes de materia orgánica, ni la aplicación de una dosis de 200 Kg.Ha-1 de nitrógeno fertilizante, modificaron significativamente las propiedades físicas y químicas: densidad aparente, retención de humedad, pH, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica, en el suelo del presente ensayo.
- Las fuentes de materia orgánica ensayadas aplicadas a una dosis de 40 TM.Ha-1 podrían permitir alcanzar rendimientos comparables al de una alta dosis de fertilización química nitrogenada, aun cuando el abastecimiento de nitrógeno para el cultivo de lechuga sea mayor con nitrógeno fertilizante.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar compost de cuy ya que este abono a pesar de no haber obtenido diferencias estadísticamente significativas logró mantener un rendimiento numéricamente adecuado a pesar de que la cantidad en materia seca aplicado fue mucho menor que los demás (10.6 TM.Ha-1). De esta manera mantendremos una reserva mayor, constante y estable de nitrógeno en el suelo para las posteriores campañas.
- Repetir el presente ensayo en un suelo de menor fertilidad, con nivel de materia orgánica inferior al 1%.
- En pruebas similares, es conveniente realizar análisis de suelo por bloque, al inicio y final de la prueba, para contrastar mejor los resultados en las propiedades del suelo.
- Dentro de los parámetros a evaluar se recomienda aquellos que incluyan identificar variaciones en las propiedades biológicas del suelo para de esta manera cuantificar el aporte de materia orgánica contenida en los fertilizantes de origen orgánico.
- Se recomienda probar una campaña más con otro cultivo (hortaliza) para observar el efecto residual de las materias orgánicas. Por ello los trabajos en materias orgánicas en campo deben ser planteados en largo periodo.
- Se recomienda probar dosis más bajas de materia orgánica y de nitrógeno fertilizante a fin de encontrar la idónea para rendimientos aceptables, bajo las mismas condiciones.
- En la evaluación de propiedades físicas y químicas del suelo se recomienda un mejor control de la ubicación de los tratamientos para que no sean afectados por el riego por surcos.

7. BIBLIOGRAFIA

- Alegre, C. (1997). *Efecto de enmiendas orgánicas sobre la agregación y estabilidad de los agregados, porosidad, humedad equivalente y capacidad de intercambio catiónico de un suelo de costa*. Lima: UNALM.
- Altieri, M. (1997). *Agroecología: bases para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles en los andes*. Lima: CIED.
- Baver, L. (1973). *Física del suelo*. Mexico: UTE.
- Brady, N. (1990). *The nature and properties of soils*. Barcelona: Montaner y Simon S.A.
- Chuquiruna, A. (1989). *Efectos de diversos abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo y el rendimiento de papa*. Lima: UNALM.
- Coronado, T. (1997). *Efecto comparativo de tres enmiendas orgánicas: estiercol, compost y humus de lombriz en cebada*. Lima: UNALM.
- Cuy, F. (1958). *Estudio preliminar de fórmulas orgánicas en la fertilidad física y química de un suelo arenoso y con el rendimiento de un cultivo de vainita. Pachacamac*. Lima: UNALM.
- Daza, R. (1990). *Efecto de distintos abonos orgánicos en la fertilidad física y química de un suelo arenoso y en el rendimiento de un cultivo de vainita var. Bush Blue Lake. Pachacamac*. Lima: UNALM.
- Defune, G. (1991). *Fundamentos y prácticas de agricultura sustentable*. Botocatu: Instituto Biodinámico de Desarrollo Rural.
- Diaconia. (1990). *Manual de abonos orgánicos. Asociacion evangelica luterana para el desarrollo comunal*, s/p.
- Dimas, J., Diaz, A., Martinez, E., & Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. (F. d. zootecnia, Ed.) *Terra*, 19(4), 293-299.
- Duran, E. (2000). *Evaluacion de la eficiencia de diferentes fuentes de materia orgánica y su efecto residual en un suelo arenoso utilizando como cultivo indicadores al maiz (Zea mays L) y a la lechuga (Lactuca sativa) respectivamente*. Lima: UNALM.
- Felipe-Morales, B. (1978). Proyecto de desarrollo de áreas verdes. *Manual de jardinería peruana*, 35.
- Gamarra, A. (1990). *Efecto de las enmiendas orgánicas: estiércol de gallina, estiércol de vaca, compost, rastrojo de maíz y fertilizantes sintéticos en el rendimiento de maíz amarillo duro PM 702*. Lima: UNALM.
- Garcia, J., & Garcia, R. (1982). *Edafología y fertilización agrícola*. Barcelona: Aedos.
- Gros, A. (s.f.). *Abonos. Guía práctica de la fertilización*.
- Guerrero, B. J. (1993). *Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos*. Lima: Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos.
- Howard, A. (1946). *Un testamento agrícola* (Segunda ed.). Santiago de Chile: Imprenta Universitaria.
- INFOAGRO. (2002). *El cultivo de la lechuga*. Obtenido de www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm
- Kiehl, J. (1958). *Fertilizantes orgánicos agrarios*. Lima: Ceres Ltda.
- Kononova, M. (1982). *Materia orgánica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Barcelona: Oikus-Tau.

- Lauer, D. (1976). *Environmental Quality*.
- Loue, D. (1988). *Los microelementos en agricultura*. Madrid: Multi-prensa.
- Mallar, A. (1978). *La lechuga* (Primera ed.). Buenos Aires: Hemisferio sur.
- Marshall, F. (1992). *All New - Encyclopedia of organic gardening*. Pennsylvania: Rodale Press Emmaus.
- Maya, P. (2001). *Evaluación de la eficiencia de los fertilizantes compuestos en un suelo arenoso utilizando como cultivos indicadores al maíz (Zea mays) y a la lechuga (Lactuca sativa)*. Lima: UNALM.
- Meza, C. (2002). *Efecto del abonamiento con urea y compost en el rendimiento de maíz chala del híbrido PM 212 en La Molina*. Lima: UNALM.
- Moreno, M. ((s/f)). *Determinación de parámetros biométricos vegetales. Manual de laboratorio de fisiología vegetal de la UNALM*. Lima: UNALM.
- National Plant Food Institute. (1992). *Manual de fertilizantes*. Mexico: Limus S.A.
- Núñez, E. (1965). *Memorias del II congreso sociedad mexicana de la ciencia del suelo*. Mexico.
- Oficina Nacional de Recursos Naturales. (1975). *Inventario y evaluación de los recursos naturales de la zona del proyecto Marcapomacocha (Vol. I)*. Lima: ONERN.
- ONG Peru Ecológico. (2006). La materia orgánica en el suelo. Lima. Obtenido de www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t04.htm
- Pacheco, J. (1961). *Efecto del estiércol, turba y sulfato de amonio, sobre la producción de materia seca y contenido de elementos mayores en un cultivo de cebada*. Lima: UNALM.
- Primavesi, A. (1982). *Manejo Ecológico del suelo*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Rodale, J. (1946). *Abonos orgánicos*. Buenos Aires: Tres Enes.
- Roger, J. (1985). *El suelo vivo. Manual práctico de agricultura natural. Cuaderno integral N° 5*. Tocan, Francia.
- Salinas, J. (1987). *Análisis comparativo de los métodos de riego: exudación y surcos, mediante la aplicación de 5 láminas de agua en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa)*. Lima: UNALM.
- Selke, W. (1968). *Los abonos*. León, España: Academia.
- Simpson, K. (1986). *Abonos y estiércoles*. Madrid, España: Acribia.
- Smil, V. (1991). *General Energetics: Energy in the biosphere and civilization*. New York: John Wiley & Sons.
- Trocme, S. (1979). *Suelo y fertilización en fruticultura* (Segunda ed.). Barcelona: Mundi-prensa.
- Ugas, C., Siura, S., Delgado de la flor, F., Casas, A., & Toledo, J. (2000). *Hortalizas. Datos básicos*. Lima: Edigraria.
- Vidal, D. (1990). *Efecto de diversos abonos orgánicos en la fertilidad química y física de suelos arenosos y en el rendimiento de un cultivo de vainita*. Lima: UNALM.
- Yagodin, B. (1986). *Agroquímica*. Moscú: Mir Moscú.
- Yamil, A., Marrero, S., Zapata, F., F, C., & M, A. (s.f.). *Fertilización química y orgánica en lechuga (Lactuca sativa)*. Obtenido de www.redpav-fpolar.info.ve/fagro/v20_34/v203a010.htm
- Zavaleta, G. (1992). *Edafología. El suelo en relación con la producción*. Lima: CONCYTEC.
- Zirena, D., & Díaz, N. (1983). *Características fertilizantes de efluyentes y su utilización como bioabono*. Cajamarca.

8. Anexos

Anexo N° 1: Obtención de la dosis de fertilización orgánica.

Considerando que área total del terreno es de 4000 m² así como el área de la instalación de la tesis es de 390 m² se va a trabajar con una dosis de 2% de materia Orgánica para el área de la tesis:

$$\begin{aligned} 2\% \text{ M.O.} &= 40 \text{ Tn /Ha} = 4 \text{ Kg de M.O. / m}^2 \\ &= 7.8 \text{ m}^2 \times 4 = 31.2 \text{ Kg de M.O. / parcela} \\ &= 31.2 \text{ entre 3 surcos} = 10.1 \text{ Kg. de M.O. /Surco} \\ &= 10.1 \text{ entre 2} = 5.05 \text{ Kg. de M.O. /lado de surco} \end{aligned}$$

Obteniéndose en Total:

48 Bolsas de Estiércol de Cuy con un peso de 5.05 Kg.

48 Bolsas de Estiércol de Ovino con un peso de 5.05 Kg.

24 Bolsas de Compost provenientes de Estiércol de Cuy con
peso de 10.1 Kg.

24 Bolsas de Compost provenientes de Estiércol de Ovino con
peso de 10.1 Kg.

- La diferencia en el número de bolsas se debió a que el volumen del estiércol era mayor que el de compost.

Anexo N° 2: Obtención de la dosis de fertilización química.

Considerando que área total del terreno es de 4000 m² así como el área de la instalación de la tesis es de 390 m² se va a trabajar con La dosis del agricultor es de 5 sacos para dos aplicaciones en toda el área del terreno y para toda la campaña:

Para la dosis del agricultor de 05 sacos vamos a tener un total de 250 Kg. de Urea para toda la campaña en el cual las parcelas dentro de la tesis que van a ser aplicadas con urea van a ser dosificadas de la siguiente manera:

Área total del campo: 4000 m²

$$\begin{array}{rcl} 250 \text{ Kg de Urea} & \text{-----} & 4000 \text{ m}^2 \text{ área del terreno} \\ X & \text{-----} & 7.8 \text{ m}^2 \text{ área de la parcela} \end{array}$$

$$\begin{aligned} X &= 0.4875 \text{ Kg de Urea / parcela } (* 1000) \\ &= 487.5 \text{ gr. de Urea / parcela} \end{aligned}$$

El peso de Urea por parcela es: 487.5 gr de Urea / parcela

Si una parcela tiene 03 surcos entonces tenemos:

$$\begin{array}{rcl} 487.5 \text{ gr. de Urea} & \text{-----} & 03 \text{ Surcos} \\ X & \text{-----} & 01 \text{ Surcos} \\ X & = & 162.5 \text{ gr de Urea / Surco} \end{array}$$

487.5 gr de Urea entre 3 surcos = 162.5 gr de Urea por surco

-
- La primera aplicación se dará 5 semanas después de la siembra y la segunda aplicación se hará 15 días después de la primera aplicación.
 - El cultivo de lechuga, crecerá por 60 días, se cosecha y se evalúa el cultivo.

Anexo N° 3: Cuadro de ANVA para el rendimiento de lechuga

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Repetición	3	412448.50	137482.82	0.24	0.8652
N	1	1228853.00	1228853.00	2.16	0.1535
Tr	4	5266852.00	1316713.00	2.32	0.0833
N*Tr	4	2192301.10	548075.27	0.96	0.4428
Error	27	15342643.00	568246.05		
Total	39	24443097.00			

Anexo N° 4: Tabla de promedios de todos los tratamientos utilizados

N	Tr	Altura de planta	Diámetro de planta	Peso fresco	Peso seco	Rendimiento	Nitrógeno por planta	Ceniza	Densidad Aparente	Retención de Humedad	pH	Conduc. eléctrica	Materia orgánica
		cm	cm	g.planta ⁻¹	g.planta ⁻¹	Kg.Ha ⁻¹	mg.planta ⁻¹	mg.planta ⁻¹	g.cm ⁻³	m ³ .m ⁻³ suelo		dS.m ⁻¹	g.Kg ⁻¹
N0	T0	16.200	19.800	427.125	50.510	42713	61.152	449.370	1.527	0.325	6.60	1.882	15.325
N0	T1	18.200	22.225	479.700	26.052	47970	94.835	540.022	1.522	0.349	6.72	2.195	20.000
N0	T2	20.475	25.000	539.900	33.420	53990	140.767	773.160	1.477	0.339	6.70	1.805	16.325
N0	T3	18.700	22.825	492.950	23.097	49295	68.927	469.960	1.495	0.305	6.65	1.782	18.325
N0	T4	18.425	22.525	486.425	22.750	48643	72.502	503.032	1.472	0.318	6.77	2.617	23.000
N1	T0	18.250	22.325	482.025	23.940	48203	85.640	513.620	1.562	0.317	6.72	1.427	19.000
N1	T1	20.600	25.150	543.575	39.527	54358	156.787	934.530	1.515	0.314	6.75	1.245	18.325
N1	T2	21.325	26.025	562.050	35.267	56205	130.312	727.252	1.492	0.330	6.72	2.380	19.325
N1	T3	16.800	20.525	443.300	19.045	44330	59.407	374.750	1.572	0.341	6.75	2.102	19.675
N1	T4	21.625	26.450	570.425	30.310	57043	113.137	727.087	1.507	0.347	6.77	1.787	19.000

Anexo N° 5: Fotos



Foto N° 1: Preparación del terreno, instalación de rafia y de carteles indicadores de tratamientos.



Foto N° 2: Incorporación al terreno de las fuentes de materia orgánica.



Foto N° 3: Abertura de los lados del surco para incorporar la materia orgánica a línea corrida.



Foto N° 4: Incorporación de la materia orgánica en el surco a línea corrida (vista de cerca).



Foto N° 5: Incorporación de la materia orgánica en el surco a línea corrida (vista de completa).



Foto N° 6 Tapado del surco luego de la incorporación de la materia orgánica en el surco a línea corrida (vista de cerca).



Foto N° 7: Apariencia del terreno al momento de la siembra, (con la distribución de los tratamientos y la incorporación de las materias orgánicas).



Foto N° 8: Germinación de las semillas de lechuga (5 a 15 semillas por golpe).



Foto N° 9: Momento de aplicación de herbicida en el campo experimental.



Foto N° 10: Aplicación de la urea (nitrógeno fertilizante) a fondo del surco en línea corrida.



Foto N° 11: Ubicación de la urea (nitrógeno fertilizante) a fondo del surco en línea corrida, después de la fertilización.



Foto N° 12: Riego del campo (riego por gravedad).



Foto N° 13: Apariencia del campo antes del inicio de cosecha.



Foto N° 14: Apariencia del campo al inicio de la cosecha (continuación).



Foto N° 15: Realización de la cosecha del campo no experimental.